

5 / Priority  
Doc.  
E. J. J. J.  
1-24-00



PATENT OFFICE  
JAPANESE GOVERNMENT

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

Date of Application: April 25, 2000

Application Number: Japanese Patent Application No. 2000-124819

Applicant(s): KABUSHIKI KAISHA TOSHIBA

April 6, 2001

Commissioner,  
Patent Office

Kozo OIKAWA

Certificate No. 2001-3026941

日 本 国 特 許 庁  
PATENT OFFICE  
JAPANESE GOVERNMENT

JC929 U.S. PTO  
09/841171  
04/25/01

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日

Date of Application:

2000年 4月25日

出 願 番 号

Application Number:

特願2000-124819

出 願 人

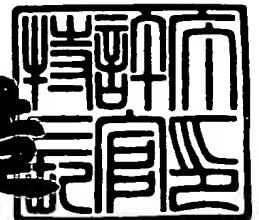
Applicant (s):

株式会社東芝

2001年 4月 6日

特許庁長官  
Commissioner,  
Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2001-3026941

【書類名】 特許願

【整理番号】 98A9980951

【提出日】 平成12年 4月25日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 A61B 5/055  
G01R 33/32  
G01R 33/54

【発明の名称】 寝台移動撮像用MR I 装置

【請求項の数】 8

【発明者】  
【住所又は居所】 栃木県大田原市下石上1 3 8 5 番の1 株式会社東芝  
那須工場内

【氏名】 久原 重英

【特許出願人】  
【識別番号】 000003078  
【氏名又は名称】 株式会社 東芝

【代理人】  
【識別番号】 100078765  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 波多野 久

【選任した代理人】  
【識別番号】 100078802  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 関口 俊三

【手数料の表示】  
【予納台帳番号】 011899  
【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】  
【物件名】 明細書 1

【物件名】	図面	1
【物件名】	要約書	1
【プルーフの要否】	要	

【書類名】 明細書

【発明の名称】 寝台移動撮像用MRI装置

【特許請求の範囲】

【請求項1】 一様な静磁場に置かれた被検体の撮像領域に、RF波及び傾斜磁場を所定のパルスシーケンスに従って印加するスキャン手段を備えたMRI装置において、

前記被検体を載せた寝台を移動させる寝台移動手段と、少なくとも1個以上の受信RFコイルと、前記スキャン手段及び寝台移動手段の動作を制御して前記被検体の同一撮像領域を前記寝台の異なる複数の位置でスキャンさせるスキャン制御手段と、前記受信RFコイルにより受信されたMR信号からMR画像を生成する画像化手段とを備えたことを特徴とするMRI装置。

【請求項2】 請求項1記載のMRI装置において、  
前記受信RFコイルは、1個又は複数個の全身用コイルであるMRI装置。

【請求項3】 請求項1記載のMRI装置において、  
前記受信RFコイルは、複数個のマルチRFコイルであるMRI装置。

【請求項4】 請求項2又は3記載のMRI装置において、  
前記スキャン制御手段は、1枚の画像生成に必要なエンコード数よりも少ないエンコード数で前記スキャンを前記寝台の異なる複数の位置で各々実行させるように前記スキャン手段及び寝台移動手段の動作を制御する手段であり、

前記画像化手段は、前記複数の位置の夫々で前記受信RFコイルにより前記同一領域から受信されたMR信号を用いて前記MR画像を生成する手段であるMRI装置。

【請求項5】 一様な静磁場に置かれた被検体の撮像領域に、RF波及び傾斜磁場を所定のパルスシーケンスに従って印加するスキャン手段を備えたMRI装置において、

前記被検体を載せた寝台を移動させる寝台移動手段と、複数の受信RFコイルと、前記スキャン手段及び寝台移動手段の動作を制御して前記被検体の撮像領域を前記寝台の異なる複数の位置でスキャンさせるスキャン制御手段と、前記複数の受信RFコイルにより受信された複数のMR信号の内、画像生成に用いるMR

信号を選択する選択手段と、この選択手段により選択されたMR信号からMR画像を生成する画像化手段とを備えたことを特徴とするMRI装置。

【請求項6】 請求項5記載のMRI装置において、

前記選択手段は、前記寝台移動に応じて与えられる制御信号に基づき、前記複数の受信RFコイルにより受信された複数のMR信号の内の画像生成に用いるMR信号を選択する信号選択手段を備えるMRI装置。

【請求項7】 請求項5記載のMRI装置において、

前記選択手段は、前記複数の受信RFコイルにより受信されたMR信号のレベルを検出する信号レベル検出手段と、この信号レベル検出手段により検出されるMR信号レベルの変化に基づき、前記複数の受信RFコイルにより受信された複数のMR信号の内の画像生成に用いるMR信号を選択する信号選択手段とを備えるMRI装置。

【請求項8】 一様な静磁場に置かれた被検体の撮像領域に、RF波及び傾斜磁場を所定のパルスシーケンスに従って印加するスキャン手段を備えたMRI装置において、

前記被検体を載せた寝台を移動させる寝台移動手段と、複数の受信RFコイルと、この複数の受信RFコイルに備えられ且つ当該受信RFコイルに固有のID番号を発生するID発生手段と、このID発生手段が発生するID番号に対応した前記受信RFコイルの寝台長手方向のサイズを記憶するサイズ記憶手段と、前記複数の受信RFコイルからの信号線を各々識別し且つ前記寝台長手方向に沿った当該複数の受信RFコイルの配置状態を検出する配置検出手段と、この配置検出手段により検出されるコイル配置状態の検出情報を前記サイズ記憶手段を参照して前記サイズを判断する判断手段と、この判断手段により判断されたサイズに基づき前記スキャン手段及び寝台移動手段の動作を制御して前記被検体の撮像領域を前記寝台の異なる複数の位置でスキャンさせるスキャン制御手段と、前記判断手段により判断されたサイズ及び前記配置検出手段により検出されたコイル配置状態に基づき、前記複数の受信RFコイルにより受信された複数のMR信号の内、画像生成に用いるMR信号を選択する選択手段と、この選択手段により選択されたMR信号からMR画像を生成する画像化手段とを備えたことを特徴とする

M R I 装置。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】

この発明は、医用の磁気共鳴イメージング（M R I）装置及び磁気共鳴イメージング方法に係り、とくに、M R 信号を受信する R F コイルとしてマルチ R F コイルを用いる一方で、患者（被検体）が載った寝台を動かしながら高速に撮像を行うタイプの磁気共鳴イメージング装置及び磁気共鳴イメージング方法に関する。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

医用の磁気共鳴イメージングは、静磁場中に置かれた被検体の原子核スピンをラーモア周波数の高周波信号で磁氣的に励起し、この励起に伴って発生する F I D（自由誘導減衰）信号やエコー信号から被検体の画像を得ることに基礎を置いた撮像法である。この磁気共鳴イメージングにおいても、他の医用モダリティに拠るイメージングと同様に、近年のハードウェアの進歩と共に、様々な撮像法が開発されている。

【 0 0 0 3 】

例えば、下肢の血管の場合にも、既に各種の撮像法が知られている。下肢の場合、通常、体軸方向の撮像領域を広くとる必要がある。また、造影剤が下肢に到達し且つ滞留している間にそのような広い範囲の撮像を終えることも要求され、これには、撮像を高速（短時間のうちに）且つ高時間分解能で行わなければならない。

【 0 0 0 4 】

この内、広範囲な撮像領域を確保する手法の 1 つに、寝台を移動させながら撮像を行う寝台移動撮像法、所謂、ムービング・ベッド（M o v i n g B e d）法と呼ばれる手法がある。この手法は、ある寝台位置において所定の撮像領域に対する 1 回目の撮像を行うと、次に寝台（患者）をその撮像領域分の距離だけ移動させた後、次の撮像領域に対する 2 回目の撮像を行う。この撮像及び寝台移動

を順番に繰り返し、例えば下肢などの所望の全撮像領域を撮像する。撮像が終わると、各回の画像を例えば体軸方向に沿って並べるか、又は、1枚の画像に合成して診断に供せられる。

#### 【0005】

このムービング・ベッド法には更に、全身用コイルを用いて寝台移動を行う手法と、マルチRFコイルを用いる手法とがある。

#### 【0006】

全身用コイルを用いる手法の場合、全身用コイルはマグネット側に固設されるので、寝台を所定撮像領域の距離分ずつステップ状に移動させ、移動させる度に、新しい寝台位置で撮像すればよい。

#### 【0007】

図12に、全身用コイル101を用いてムービング・ベッド法を実施できるMRI装置の一例を示す。同図において、符号102は静磁場を発生させるマグネットである。全身用コイル101に、デュプレクサ103を介して、送信器104及びプリアンプ105が接続される。プリアンプ105は受信系回路106に接続され、両者で受信器を構成している。システム全体の制御を担うホスト計算機107がシーケンサ108を介して送信器104及び傾斜磁場アンプ109を制御して所定のパルスシーケンスを実行する。ホスト計算機107には入力器109、表示装置110、及び記憶装置111が接続される。なお、ホスト計算機107は図示しない寝台駆動装置を制御して、寝台天板112を移動可能になっており、これにより、ムービング・ベッド法が実施される。

#### 【0008】

これに対し、マルチRFコイルを用いる手法の場合、マルチRFコイル自体が被検体若しくは寝台に固定され、寝台と共に移動可能である。マルチRFコイルは、例えば、アレイ状に配置された複数の組のコイル素子（コイル群）からなる。この場合、各組のコイル素子は寝台の移動に伴ってマグネットボア内の静磁場均一領域に入ったり出たりしながらの撮像になる。

#### 【0009】

そこで、マルチRFコイルをムービング・ベッド法に適用するには、各組のコ

イル素子による撮像領域を1画像分の撮像領域に対応させ、複数組のコイル素子全部で被検体の所望撮像領域をカバーさせる手法が考えられる。

#### 【0010】

図13に、このマルチRFコイルを用いてムービング・ベッド法を実施するMRI装置の一例を示す。マルチRFコイル121は3個のコイル素子1～3から成る。コイル素子1～3は、夫々、独立にプリアンプ105a～105c、受信系回路106a～106cを介してホスト計算機107に至る。図12の構成に、このマルチRFコイル121及びこのコイルの検出信号を受信処理する回路が付加されている。

#### 【0011】

一方、上述した撮像時間の短縮化の要求に対しては、傾斜磁場スイッチ時間をより短くするためのブースタ技術の改善など、ハードウェアの高性能化が進められている。

#### 【0012】

他には、造影剤の通過の様子を高い時間分解能で観察するための高時間分解能ダイナミック撮像法が知られている。この撮像法は、予め1画像分のデータ収集を行っておき、ダイナミック撮像時には、画像再構成用k空間の中心付近のデータのみを更新するキーホールイメージング法、k空間全体を新しいデータに置き換えてから画像再構成を実施するという手順の代わりに、画像更新レートを高めるため、予めk空間をいくつかの領域に分割し、その一部の領域が新しい収集データに置き換わる度に画像を再構成する、いわゆるビューシェア (View Share) と呼ばれる手法がある。また、キーホールイメージング法を3DのMRA用に改良した、3D-Tricksと呼ばれる手法もあり、k空間でのデータ更新レートに関してk空間の中心付近領域を他の領域よりも高めることにより、通常のビューシェアよりも更に高い時間分解能で造影剤の通過状態を観察しようとする手法もある。

#### 【0013】

#### 【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、前述した各種の従来技術の内、撮像広範囲化のためのムービン

グ・ベッド法の場合、寝台を撮像領域の距離分ずつ移動させる毎に、複数組のコイル素子を切り替えて静磁場均一領域に位置する1組のマルチRFコイルを選択する必要がある。これを行うには、操作者は寝台の移動量を目視しながら手動で切り替えることになるので、そのようにすると、操作が煩雑になり、時間も掛かる上に、正確さにも欠ける。

## 【0014】

一方、前述した撮像短時間化及び高時間分解能化についても、現時点のハードウェア技術を以ってしても、また前述したキーホールイメージング法などの撮像法を用いた場合でも、時間分解能は依然として物足りないという現状がある。加えて、前述したキーホールイメージング法などの撮像法は、基本的には、 $k$ 空間の一部のデータを更新することにより見掛け上の時間分解能を高めているに過ぎないため、微細な構造に対する描出能が不足している。また、前述したキーホールイメージング法などの撮像法は、被検体の撮像領域が一定で、造影剤に因る一部の輝度変化を観察する場合には、適用可能であるが、寝台を移動させながら異なる領域を順次、高速に撮像する手法には実施できない。

## 【0015】

この撮像高速化に関しては、ほぼ全ての磁気共鳴撮像法の高速化に対応可能な方法として、近年、マルチRFコイルを用いて撮像時間を短縮する方法が注目されている（例えば、「10th Ann. Scientific Meeting SMRM 1240 (1991)」参照）。この方法は、1枚の画像再構成に必要なエンコード数を減らして撮像を行い、その結果生じる折り返し現象を、マルチRFコイルを成す複数のコイル素子の感度分布が夫々異なることを利用して分解し、折返しの無い画像を得るものである。この撮像法は、基本的に、通常の撮像法とは異なり、コイル素子数に比例してエンコード数を減らすことができるため、撮像時間を短縮させることができる。

## 【0016】

しかしながら、この高速撮像法をムービング・ベッド法に適用する場合、従来の1個の全身用コイルを用いる撮像には使用できない。また、マルチRFコイルを用いた場合、既に述べたように、操作者が寝台の移動量を認識しながら、複数

組のコイル素子（セット）を切り替える必要があるのも、上述の高速撮像法のメリットを十分に活かすことができない。

【0017】

本発明は、上述した従来技術が抱える状況に鑑みてなされたもので、受信用RFコイルとしてマルチRFコイルを用い、ムービング・ベッド法（寝台移動法）に基づき撮像を行う場合、操作上の省力化、撮像の迅速化、及び寝台移動の正確さ向上を図ることを、第1の目的とする。

【0018】

また、本発明は、受信用RFコイルとしてマルチRFコイルを用い、ムービング・ベッド法（寝台移動法）に基づき撮像を行う場合、時間分解能を向上させた高速撮像を容易に実施して、描出能を向上させたMR画像を提供することを、第2の目的とする。

【0019】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するため、本発明は、一様な静磁場に置かれた被検体の撮像領域に、RF波及び傾斜磁場を所定のパルスシーケンスに従って印加するスキャン手段を備えたMRI装置において、前記被検体を載せた寝台を移動させる寝台移動手段と、少なくとも1個以上の受信RFコイルと、前記スキャン手段及び寝台移動手段の動作を制御して前記被検体の同一撮像領域を前記寝台の異なる複数の位置でスキャンさせるスキャン制御手段と、前記受信RFコイルにより受信されたMR信号からMR画像を生成する画像化手段とを備えたことを特徴とする。

【0020】

例えば、前記受信RFコイルは、1個又は複数個の全身用コイル、又は、複数個のマルチRFコイルである。

【0021】

この場合、好適には、前記スキャン制御手段は、1枚の画像生成に必要なエンコード数よりも少ないエンコード数で前記スキャンを前記寝台の異なる複数の位置で各々実行させるように前記スキャン手段及び寝台移動手段の動作を制御する手段であり、前記画像化手段は、前記複数の位置の夫々で前記受信RFコイルに

より前記同一領域から受信されたMR信号を用いて前記MR画像を生成する手段である。

【0022】

また、本発明のMRI装置は、別の態様として、前記被検体を載せた寝台を移動させる寝台移動手段と、複数の受信RFコイルと、前記スキャン手段及び寝台移動手段の動作を制御して前記被検体の撮像領域を前記寝台の異なる複数の位置でスキャンさせるスキャン制御手段と、前記複数の受信RFコイルにより受信された複数のMR信号の内、画像生成に用いるMR信号を選択する選択手段と、この選択手段により選択されたMR信号からMR画像を生成する画像化手段とを備えることもできる。

【0023】

この構成において、好適には、前記選択手段は、前記寝台移動に応じて与えられる制御信号に基づき、前記複数の受信RFコイルにより受信された複数のMR信号の内の画像生成に用いるMR信号を選択する信号選択手段を備える。また、前記選択手段は、前記複数の受信RFコイルにより受信されたMR信号のレベルを検出する信号レベル検出手段と、この信号レベル検出手段により検出されるMR信号レベルの変化に基づき、前記複数の受信RFコイルにより受信された複数のMR信号の内の画像生成に用いるMR信号を選択する信号選択手段とを備えていてもよい。

【0024】

さらに、本発明に係るMRI装置の別の態様として、前記被検体を載せた寝台を移動させる寝台移動手段と、複数の受信RFコイルと、この複数の受信RFコイルに備えられ且つ当該受信RFコイルに固有のID番号を発生するID発生手段と、このID発生手段が発生するID番号に対応した前記受信RFコイルの寝台長手方向のサイズを記憶するサイズ記憶手段と、前記複数の受信RFコイルからの信号線を各々識別し且つ前記寝台長手方向に沿った当該複数の受信RFコイルの配置状態を検出する配置検出手段と、この配置検出手段により検出されるコイル配置状態の検出情報を前記サイズ記憶手段を参照して前記サイズを判断する判断手段と、この判断手段により判断されたサイズに基づき前記スキャン手段及

び寝台移動手段の動作を制御して前記被検体の撮像領域を前記寝台の異なる複数の位置でスキャンさせるスキャン制御手段と、前記判断手段により判断されたサイズ及び前記配置検出手段により検出されたコイル配置状態に基づき、前記複数の受信RFコイルにより受信された複数のMR信号の内、画像生成に用いるMR信号を選択する選択手段と、この選択手段により選択されたMR信号からMR画像を生成する画像化手段とを備えたことを特徴とする構成も可能である。

## 【0025】

本発明のその他の態様に係る具体的な構成及び特徴は、以下に記す発明の実施形態及び添付図面により明らかにされる。

## 【0026】

## 【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態を添付図面に基づき説明する。

## 【0027】

## (第1の実施形態)

第1の実施形態に係るMRI（磁気共鳴イメージング）装置を、図1を参照して説明する。

## 【0028】

このMRI装置は、マルチRFコイルを用いて寝台移動に拠る撮像法（ムービングベッド法）を実施する装置である。

## 【0029】

このMRI装置の概略構成を図1に示す。このMRI装置は、被検体としての患者Pを載せる寝台部と、静磁場を発生させる静磁場発生部と、静磁場に位置情報を付加するための傾斜磁場発生部と、高周波信号を送受信する送受信部と、システム全体のコントロール及び画像再構成を担う制御・演算部とを備えている。

## 【0030】

静磁場発生部は、例えば超電導方式の磁石1と、この磁石1に電流を供給する静磁場電源2とを備え、被検体Pが遊挿される円筒状の開口部（診断用空間）の軸方向（本システムに設定された直交座標軸ではZ軸方向に相当する）に静磁場 $H_0$ を発生させる。なお、この磁石部には、図示しないシムコイルが設けられ

ている。このシムコイルには、シムコイル電源から静磁場均一化のための電流が供給される。これにより、磁石1が発生する静磁場内に、磁場均一度が一定値以内に保持される静磁場均一領域（診断領域）が形成される。

#### 【0031】

寝台部は、被検体Pを載せた天板14Tを磁石1の開口部に退避可能に挿入できる。この挿入は、寝台駆動装置14Dによってなされる。寝台駆動装置14Dは、後述するホスト計算機6から与えられる駆動信号に応答して、天板14Tをその長手方向（Z軸方向）に移動できるようになっている。被検体Pは、一例として、天板14Tの長手方向に沿って載せられる。

#### 【0032】

傾斜磁場発生部は、磁石1に組み込まれた傾斜磁場コイルユニット（図示せず）を備える。この傾斜磁場コイルユニットは、互いに直交するX、Y及びZ軸方向の傾斜磁場を発生させるための3組（種類）のx、y、zコイルを備える。この傾斜磁場発生部は更に、x、y、zコイルに電流を供給する傾斜磁場アンプ4を備える。この傾斜磁場アンプ4は、後述するシーケンサ5の制御のもと、x、y、zコイル夫々に傾斜磁場を発生させるためのパルス電流を供給する。

#### 【0033】

傾斜磁場アンプ4からx、y、zコイルに供給されるパルス電流を制御することにより、物理軸である直交3軸X、Y、Z方向の傾斜磁場を合成して、互いに直交するスライス方向傾斜磁場 $G_s$ 、位相エンコード方向傾斜磁場 $G_e$ 、および読出し方向（周波数エンコード方向）傾斜磁場 $G_r$ の各論理軸方向を任意に設定・変更することができる。スライス方向、位相エンコード方向、及び読出し方向の各傾斜磁場は、静磁場 $H_0$ に重畳される。

#### 【0034】

送受信部は、磁石1のボア内の撮像空間において被検体Pの近傍に配設されるRFコイルとしての全身（WB）用コイル7T及びマルチRFコイル7Rと、このコイル7T及び7Rに接続された送信器8T及び受信器8Rとを備える。

#### 【0035】

全身用コイル7Tは、このコイルを単独のRFコイルとして使用するときは、

送受信兼用コイルとして使用される。一方、マルチRFコイル7R（受信コイル）を使用するときには、全身用コイル7Tは送信用コイルとして使用される。

#### 【0036】

マルチRFコイル7Rは、S/Nを高く設定できるアレイタイプのコイルとして構成されており、静磁場均一領域（診断領域）に、少なくとも1個のアレイコイル（1個のアレイコイルは複数のコイル素子から成るので、「コイル群」と呼ぶことにする）がムービング・ベッド法に拠り順次配置される。一例として、本実施形態では、寝台の天板14Tに設置される3つのコイル群1～3によりマルチRFコイル7Rが形成されている。各コイル群1（～3）は複数のコイル素子が配列されたアレイコイルである。コイル群1～3は、被検体に取り付けるようにしてもよい。3つのコイル群1～3の出力線は互いに独立して、しかも、そのコイル素子毎にホスト計算機6に接続され、これにより、各コイル素子からの出力信号は独立してホスト計算機6に送られる。

#### 【0037】

送信器8T及び受信器8Rは、後述するシーケンサ5の制御の基で動作する。送信器8Tは、被検体Pの磁化スピンの核磁気共鳴（NMR）を起こさせるためのラーモア周波数のRF電流パルスを全身用コイル7Tに供給する。受信器8Rは、全身用コイル7T又はマルチRFコイル7Rが受信したエコー信号（高周波信号）を取り込み、エコーデータ（原データ）を生成する。

#### 【0038】

受信器8Rは、具体的には図1に示す如く、全身用コイル側の受信部とマルチRFコイル側の受信部とに分かれている。

#### 【0039】

全身用コイル側の受信部は、全身用コイル7Tに接続されたデュプレクサ81と、このデュプレクサ81に接続されたプリアンプ82と、このプリアンプ82の受信信号を受ける受信系回路83とを備える。デュプレクサ81には送信器8Tも接続されている。

#### 【0040】

これにより、デュプレクサ81は、送信時には送信器8Tからの送信駆動パル

スを全身用コイル 7 T に向けて通過させる一方で、受信時には全身用コイル 7 T が検出したエコー信号をプリアンプ 8 2 に向けて通過させる。プリアンプ 8 2 は、受信エコー信号を前置増幅して受信系回路 8 3 に送る。受信系回路 8 3 は、入力したエコー信号に中間周波変換、位相検波、低周波増幅、フィルタリングなどの各種の信号処理を施した後、A/D 変換を施してエコーデータ（原データ）を生成し、これをホスト計算機 6 に送る。

## 【 0 0 4 1 】

一方、マルチ RF コイル側の受信部は、コイル群 1（～ 3）毎に且つコイル素子毎に、マルチ RF コイル 7 R からのエコー信号を受けるプリアンプ群 8 4 A ～ 8 4 C を備える。各プリアンプ群 8 4 A（～ 8 4 C）の出力線は、その線を着脱自在に接続可能なコネクタボックス 8 5 A（～ 8 5 C）を介して入力切替器 8 6 の各入力端に至る。コネクタボックス 8 5 A ～ 8 5 C に対するプリアンプ群 8 4 A ～ 8 4 C の接続位置（又は接続順）は、夫々、予め決められている。

## 【 0 0 4 2 】

入力切替器 8 6 は例えばマルチプレクサで成り、後述するホスト計算機 6 から送られてくる切替制御信号 S S により切り替えられる。したがって、入力切替器 8 6 は、プリアンプ群 8 4 A ～ 8 4 C からの入力信号の何れかをその出力端に選択的に切り替えできる。入力切替器 8 6 の出力端は、別の受信系回路 8 7 を介してホスト計算機 6 に至る。このため、この受信系回路 8 7 も前述と同様に、入力したエコー信号に中間周波変換、位相検波、低周波増幅、フィルタリングなどの各種の信号処理を施した後、A/D 変換を施してエコーデータを生成し、これをホスト計算機 6 に送る。

## 【 0 0 4 3 】

さらに、制御・演算部は、シーケンサ（シーケンスコントローラとも呼ばれる）5、ホスト計算機 6、記憶装置 1 1、表示装置 1 2、及び入力器 1 3 を備える。

## 【 0 0 4 4 】

この内、ホスト計算機 6 は、その内部メモリ又は記憶装置 1 1 に記憶したソフトウェア手順に基づいて、シーケンサ 5 にパルスシーケンス情報を送るとともに

、装置全体の動作を統括するほか、エコーデータに再構成処理を施して画像データを演算する機能、寝台駆動装置 1 4 D の駆動を制御する機能、及び、複数回の撮像の各回毎に入力切替器 8 6 に切替制御信号 S S を送って当該切替器を選択的に切り替える機能を有する。この切替機能は、所定の順番で入力切替器 8 6 の入出力経路が切り替えられるように予めソフトウェア手順で設定されている。

## 【 0 0 4 5 】

パルスシーケンス情報に拠るイメージングスキャンは、画像再構成に必要なエコーデータの組を収集するスキャンである。パルスシーケンスには、3 次元 ( 3 D ) スキャン又は 2 次元 ( 2 D ) スキャン) のシーケンスが使われる。そのパルス列の形態としては、S E ( スピンエコー ) 法、F S E ( 高速 S E ) 法、F A S E ( 高速 A s y m m e t r i c S E ) 法 ( すなわち、高速 S E 法にハーフフーリエ法を組み合わせたイメージング法 ) 、E P I ( エコープラナーイメージング ) 法、F E ( グラジエントエコー ) 法、F F E ( 高速 F E ) 法、セグメンティド F F E 法、などが用いられる。

## 【 0 0 4 6 】

シーケンサ 5 は、C P U 及びメモリを備えており、ホスト計算機 6 から送られてきたパルスシーケンス情報を記憶し、この情報にしたがって傾斜磁場アンプ 4 、送信器 8 T 、受信器 8 R の動作を制御する。パルスシーケンス情報とは、一連のパルスシーケンスに従って傾斜磁場アンプ 4 、送信器 8 T および受信器 8 R を動作させるために必要な全ての情報であり、例えば x , y , z コイルに印加するパルス電流の強度、印加時間、印加タイミングなどに関する情報を含む。

## 【 0 0 4 7 】

受信器 8 R により処理されたエコーデータ ( 原データ又は生データ ) は、ホスト計算機 6 に送られる。ホスト計算機 6 には、所定の演算プログラムに基づき画像再構成機能が与えられている。このため、ホスト計算機 6 は、その演算機能によって、受信器 8 R が出力したエコーデータをその内部メモリ上のフーリエ空間 ( k 空間又は周波数空間とも呼ばれる ) に配置し、このエコーデータを各組毎に 2 次元又は 3 次元のフーリエ変換に付して実空間の画像データに再構成する。この画像データは、表示装置 1 2 に表示されるとともに、記憶装置 1 1 に記憶され

る。術者が希望する撮影条件、パルスシーケンス、画像合成や差分演算に関する情報は、入力器 1 3 を介してホスト計算機 6 に入力される。

#### 【 0 0 4 8 】

このMRI装置によれば、以下のようにしてムービングベッド法に拠る撮像（スキヤニング）が実行される。

#### 【 0 0 4 9 】

最初に、寝台の天板 1 4 T を移動させて、例えば、先頭位置に在るコイル群 1 の Z 軸方向中心位置が静磁場均一領域の Z 軸方向中心位置に一致するように位置決めされる。この位置決めに呼応して、ホスト計算機 6 は入力切替器 8 6 に切替制御信号 S S を送り、その入力側切替端を「1」、すなわちコネクタボックス 8 5 A（すなわちプリアンプ群 8 4 A）側に切り替える。

#### 【 0 0 5 0 】

この天板位置及び切替位置の状態で、シーケンサ 5 からのパルスシーケンス情報に従って 1 回目の撮像（スキャン）が実行される。この撮像により、マルチ R F コイル 7 R を介して収集された全てのコイル群 1 ～ 3 からのエコー信号は受信器 8 R に送られる。しかし、受信器 8 R では、入力切替器 8 6 の入力経路がコイル群 1 側に切り替えられているため、コイル群 1 で検出されたエコー信号だけが受信系回路 8 7 に送られる。

#### 【 0 0 5 1 】

このため、受信系回路 8 7 により、コイル群 1 で検出されたエコー信号が受信処理されてエコーデータに変換され、ホスト計算機 6 に送られる。すなわち、全コイル群 1 ～ 3 で検出されるエコー信号の内、その時点で、静磁場均一領域に存在しているコイル群からのエコー信号のみが処理されてホスト計算機 6 に送られる。

#### 【 0 0 5 2 】

ホスト計算機 6 は、コイル群 1 が検出したエコー信号に基づくエコーデータを再構成処理に付す。これにより、被検体 P のスライス又はスラブの実空間画像データが得られる。この画像データは、ホスト計算機 6 の内部メモリ又は記憶装置 1 1 に一次的に記憶される。

## 【0053】

この後、2回目の撮像（スキャン）に対処すべく、2番目のコイル群2が静磁場均一領域のZ軸方向中心に位置するように、寝台の天板14T（被検体P）がZ軸方向に1撮像領域分の距離だけ移動される。すなわち、コイル群1～3が同一サイズで構成されている場合、このZ軸方向の天板移動量は同一量となる。この位置決めに応答して、ホスト計算機6は入力切替器86に切替制御信号SSを送り、その入力側切替端を「2」、すなわちコネクタボックス85B（すなわちプリアンプ群84B）側に切り替える。この位置合わせ及び入力切替えの状態で、前述と同様に2回目の撮像が行われる。この結果、2番目のコイル群2により検出されたエコー信号のみが受信系回路87で受信処理され、そのエコーデータがホスト計算機6に送られる。ホスト計算機6により、このエコーデータが画像データに再構成される。

## 【0054】

同様に、1撮像領域分の距離だけ、天板14Tの位置をZ軸方向に更に移動させるとともに、入力切替器86の端子位置を入力側切替端を「3」（すなわちプリアンプ群84C）側に切り替え、この状態で前述と同様に3回目の撮像が行われる。この結果、3番目のコイル群3により検出されたエコー信号のみが受信系回路87で受信処理され、そのエコーデータがホスト計算機6に送られる。ホスト計算機6により、このエコーデータが画像データに再構成される。

## 【0055】

このように受信用RFコイルとして、マルチRFコイル7Rを用い、ムービング・ベッド法に拠り各回の撮像が実行される。エコーデータの収集が終わると、ホスト計算機6は、各コイル群1（～3）に拠るエコー信号検出に応じて再構成されていた複数枚の画像を、そのX軸方向の位置を合わせて全体画像に合成する。これにより、例えば、下肢全体をカバーするコロナル像を得ることができる。

## 【0056】

したがって、本実施形態のMRI装置に拠れば、マルチRFコイル7Rを成す複数のコイル群1～3に対する受信系回路は1個で済む。したがって、受信系回路の数を従来法に比べて大幅に減らすことができる。とくに、同回路に内蔵する

メモリバッファの容量を格段に減少させることができる。また、オペレータが天板位置を目視してその位置をマニュアル設定する必要も無いので、操作を大幅に省力化できると共に、天板も正確に撮像位置に位置決めできる。また、この天板移動の自動化に拠って、撮像も迅速化される。

## 【0057】

これに対し、従来法に係る図13に示す構成の場合、マルチRFコイルからの全コイル群のエコー信号が全て夫々の受信系回路を介してホスト計算機に送られる。このため、コイル群が少ない場合は未だよいが、各コイル群で用いられるコイル素子数が多い場合、受信系回路がそれだけ多くなる。このため、A/D変換後のエコーデータを一次的に蓄積するバッファメモリの記憶容量が膨大になる。例えば、各々のコイル群（アレイコイル）が4チャンネルのアレイタイプのコイル素子で成り、3コイル群を用いる場合、合計12チャンネル分の受信系回路が必要になる。これに対し、本実施形態に係る受信器8Rの構成によれば、プリアンプをコイル群毎に且つアレイコイル素子毎に用意すると共に入力切替器を1個用意することを除いて、受信系回路が1チャンネルで済み、回路規模も大幅に減じられる。

## 【0058】

## （第2の実施形態）

図2を参照して、本発明の第2の実施形態を説明する。この実施形態は、上述の入力切替器86の切替制御をエコー信号のレベルに応じて行うことを特徴とする。

## 【0059】

図2に示すMRI装置によれば、受信器8RのマルチRFコイル側の受信部において、プリアンプ群84A～84Cとコネクタボックス85A～85Cとの間に、信号レベル検出器88A～88Cが夫々、コイル群毎に介挿されている。信号レベル検出器88A～88Cの夫々は、コイル群毎に、各コイル群1（～3）からのエコー信号のレベル（パワー）を検出する。これらの検出器88A～88Cからの検出信号SCは、ホスト計算機6に送られる。

## 【 0 0 6 0 】

マルチRFコイル7Rはその全体が各回の撮像毎にZ軸方向にて移動するので、そのコイル群1～3が順次、静磁場均一領域に入るとともに、その領域から順次、反対方向に出ていく。このため、静磁場均一領域に存在するコイル群からのエコー信号は、そうでないコイル群からのエコー信号に比べて、信号レベルが高い。そこで、ホスト計算機6は信号レベル検出器88A～88Cからの検出信号SCを入力し、その信号レベルを判別する。具体的には、最も高い信号レベルを供するコイル群が判別される。ホスト計算機6は切替制御信号SSを入力切替器86に送り、判別したコイル群からのエコー信号が受信系回路87に送られるように切替器の経路を切り替えさせる。

## 【 0 0 6 1 】

このほかの構成及びムービングベッド法に拠る撮像は、第1の実施形態のものと同様である。

## 【 0 0 6 2 】

このように、各コイル群1～3からの信号レベルに基づいて受信経路が自動的に切り替えられる。したがって、前述したと同様に、受信系回路はマルチRFコイル7Rに対しては1系統で済み、その構成が大幅に簡素化され、装置の小形化も図られる。

## 【 0 0 6 3 】

また、撮像毎の寝台移動量を設定したり、各コイル群がいつ静磁場均一領域（診断領域）に位置していたかの情報を知る必要もなく、コイル群1～3のZ軸方向の長さが異なっている場合でも、またコイル群1～3がZ軸方向に対して傾斜して設置されている場合でも、自動的に切り替えられ、操作上の大幅な省力化が図られる。

## 【 0 0 6 4 】

なお、この実施形態に係るMRI装置において、マルチRFコイル7Rのコイル群1～3が、夫々、静磁場均一領域にZ軸方向中心位置を合わせて存在していたときのエコー信号レベルを記憶しておき、これを天板14Tの移動制御に利用することもできる。具体的には、シーケンサ5が位置決めスキャンを周期的に実

行させながら、ホスト計算機6が天板14TのZ軸方向の移動を制御する。天板14Tが初期位置に在る状態から、信号レベル検出器88A～88Cの検出信号が既設定の信号レベルに到達するまで、各回の撮像毎に、天板14T、すなわちマルチRFコイル7Rを移動させる。これにより、天板14Tの移動制御を自動化することができる。

#### 【0065】

この自動化によれば、マルチRFコイル7Rを構成するコイル群1～3が被検体Pの身体各部の大きさに個別に合わせたサイズに形成され、Z軸方向の大きさがコイル群間で異なる場合や、全コイル群は、Z軸方向のサイズが相互に同じだが、各コイル群が必ずしもZ軸方向に正確に設置されていない場合であっても、コイル群のZ軸方向のサイズには無関係に、寝台14Tの移動制御が実施される。つまり、コイル群のZ軸方向のサイズが実質的に又は見掛け上、異なる場合であっても、各回の撮像毎に、各コイル群が静磁場均一領域の中心に的確に位置決めされる。この天板移動の自動制御により、オペレータの操作上の手間は著しく軽減される。

#### 【0066】

##### (第3の実施形態)

図3～5を参照して、本発明の第3の実施形態を説明する。この実施形態は、マルチRFコイルを形成するコイル群の位置を検出する別の例に関する。

#### 【0067】

図3に、この実施形態に係るMRI装置の受信器8Rの要部を示す。同図に示す如く、マルチRFコイル7Rを成す複数のコイル群1～3にID発生器7A～7Cが各別に設置されている。このID発生器7A～7Cは、例えば2ビット程度のディップスイッチから成り、図4に示す如く、スイッチ位置に応じて、そのコイル群の種類及びコイルサイズを表す識別情報を発生させる。コイル群の種類にはサーフェイスコイル、QDコイルなどの種類が含まれ、コイル群のサイズにはZ軸方向の長さの大小などの情報が含まれる。このコイル群毎のスイッチ位置状態と識別情報との関係はホスト計算機6の内部メモリに予め、テーブルとして

記憶されている。

#### 【 0 0 6 8 】

このため、コイル群（アレイ状に配置された複数のコイル素子）として所望の種類及びサイズのコイル素子が適宜に選択され、被検体 P 又は天板 1 4 T に Z 軸方向に沿って配設される。配設された複数のコイル群 1 ～ 3 によりマルチ R F コイル 7 R が形成される。例えば撮像対象が下肢である場合、下肢の各部位の形状や大きさに応じて適宜な種類及びサイズのコイル群が選択される。この配設のとき、コイル群は必ずしも、幾何学的な Z 軸方向に実直に沿っていなくてもよい。すなわち、例えば大腿部の斜め方向に沿って配置し、Z 軸方向に対しては傾斜していてもよい。

#### 【 0 0 6 9 】

複数のコイル群 1 ～ 3 は、上述のように配設された後、コネクタボックス 8 5 のスロット 1 ～ 3 に配設順に接続する。例えば、頭部寄りに位置する 1 番目のコイル群 1 の配線 W 1 （ I D 発生器 7 A からの信号線及びコイル素子自体からの信号線の両方）を、1 番目のスロット 1 に接続する。同様に、2 番目及び 3 番目のコイル群 2、3 の配線 W 2、W 3 も順に、スロット 2、3 に接続する。このように、コイル群 1 ～ 3 の種類、サイズに無関係に、配設順に、コイル群 1 ～ 3 がコネクタボックス 8 5 のスロット 1 ～ 3 に単純に接続される。

#### 【 0 0 7 0 】

コネクタボックス 8 5 の出力信号線のうち、コイル群 1 ～ 3 の出力を担う信号線は、前述した図 2 に示す如く、入力切替器 8 6 を介して受信系回路 8 7 に至る。一方、かかる信号線のうち、 I D 発生器 7 A ～ 7 C に出力に対応する信号線はホスト計算機 6 に接続される。

#### 【 0 0 7 1 】

ホスト計算機 6 は、 I D 発生器 7 A ～ 7 C のスイッチ信号、すなわちコイル群の識別情報に基づいて図 5 に示す制御を行う。即ち、ホスト計算機 6 は、スイッチ信号を読み込み、予め記憶している例えば図 4 に示すテーブルを参照してコイル群 1 ～ 3 の配列順及びその種類をコイル群毎に判別する（ステップ S 1、S 2）。次いで、ホスト計算機 6 は、テーブルを参照するなどしてコイル群サイズを

求め、このサイズから各回の撮像毎に移動させるべき、コイル群 1 ～ 3 の移動量を演算する（ステップ S 3）。

#### 【 0 0 7 2 】

このように準備が完了すると、ホスト計算機 6 は、撮像タイミングか否かを判断しつつ待機し、撮像のタイミングを認識すると、最初の移動量に応じた分だけ天板 1 4 T を移動させるように、図示しない寝台駆動部を制御する（ステップ S 4， S 5）。さらに全部の撮像終了か否かを判断し、未だ残っている撮像がある場合、ステップ S 4， S 5 の処理が繰り返される（ステップ S 6）。これにより、2 回目、3 回目の撮像がマルチ R F コイル 7 R（すなわちコイル群 1 ～ 3）を移動させて実行される。全部の回の撮像が済むと、天板 1 4 T の Z 軸方向の位置がその所定の初期位置に復帰するように制御される（ステップ S 7）。

#### 【 0 0 7 3 】

このように、本実施形態によれば、操作者は、使用するコイル群の種類やサイズとムービング・ベッド法に拠る移動量との関係を格別に意識する必要が無い。I D 発生器 7 A ～ 7 C からの識別情報により、天板 1 4 T の移動量が自動的に判別されて、天板移動制御が自動的になされるとともに、各回の撮像毎に入力切替器 8 6 が自動的に切り替えられて、静磁場均一領域に位置決めされたコイル群 1（～ 3）の検出エコー信号のみが受信される。このエコー信号に基づき画像化が行われる。

#### 【 0 0 7 4 】

このため、マルチ R F コイル 7 R を用いたムービング・ベッド法に基づく広範囲の MR 画像が得られるとともに、操作者にとって操作上の大幅な省力化がなされるという、優れた作用効果を得ることができる。

#### 【 0 0 7 5 】

ここで、上述した実施形態に適用可能な、最初の 1 つ目のコイル群への位置決め情報から正確な天板移動量（即ちマルチ R F コイルの移動量）を決定する手法を図 6 に基づき説明する。

#### 【 0 0 7 6 】

具体的には、コイル群 1 ～ 3 の夫々にその Z 軸方向における中心位置示すマー

力MKが付けられる。最初に、投光器をマーカMKに合わせて、各コイル群の中心位置を寝台の位置エンコーダの所定位置に設定する。次に、投光器を用いて、患者の見たい部位に投光位置P<sub>z</sub>を合わせ、その位置P<sub>z</sub>を記憶させる。これにより、各コイル群の識別情報から判るコイルサイズL<sub>n</sub>の半分Bから、患者への投光位置P<sub>z</sub>とコイル中心までの距離Aを差し引くことで、現在の位置P<sub>z</sub>から1番目のコイル群までの残り距離を正確に知ることができる。したがって、コイル群を寝台に対して任意に設定できる。また、各コイル群の中心位置と投光器で実際に合わせた位置とが必ずしも一致しない場合であっても、正確な天板移動を行わせることができる。

## 【0077】

さらに、上述した実施形態に適用可能な、各コイル群の位置を検出する別の例を説明する。すなわち、複数のコイル群それぞれに、その中心部に微小なピックアップコイルを配置し、静磁場均一領域の中心から所定量だけコイル群位置をずらして、計測用の所定強度の傾斜磁場パルスを与える。これにより、既知距離離れたときの距離とピックアップコイルの出力信号との関係を得ておく。出力信号としては、例えば、積分器を用いて傾斜磁場波形の波高値を求める。撮像時において、コイル群位置を知りたいときには計測用傾斜磁場を加え、ピックアップコイルからの出力信号からコイル群の位置を知ることができる。ムービング・ベッド法に用いるには、Z軸方向傾斜磁場及びこの磁場を検出可能な方向感度のピックアップコイルを用いればよい。

## 【0078】

また、サーフェイスコイルのように、3次元的な設定位置が問題となるコイル群を複数個用いて成るマルチRFコイルの場合、コイル支持部に直交3方向のピックアップコイルを設置し、計測用傾斜磁場も3方向に順次印加すればよい。そして、コイル中心と支持部までの位置関係を予め得ておいて、この位置関係を使ってピックアップコイルの出力信号を補正するようにすればよい。

## 【0079】

(第4の実施形態)

図 7 を参照して、本発明の第 4 の実施形態を説明する。この実施形態は、マルチ RF コイルを用いた高速撮像法をムービング・ベッド法の基で実施する例に関する。

#### 【0080】

図 7 に、この実施形態に係る MRI 装置におけるマルチ RF コイル 7 R とそのコイル群の感度領域との位置関係を模式的に示す。同図に示す如く、マルチ RF コイル 7 R のコイル群 1 ～ 3 は Z 軸方向に沿わせて置かれている。天板 7 T の移動に伴って、このマルチ RF コイル 7 R を成す 3 つのコイル群 1 ～ 3 も Z 軸方向に移動させられる。

#### 【0081】

コイル群 1 ～ 3 で検出されたエコー信号は、前述した第 1 ～ 第 3 の実施形態で説明した何れかの回路構成の受信器に接続され、それらの何れかの手法で受信処理される。この場合、前述した入力切替スイッチによって、隣接する 2 つのコイル群が同時に受信系回路に接続される。受信系回路には、この 2 つのコイル群からのエコー信号をコイル素子別に受信処理する回路群が搭載されている。これにより、2 つのコイル群からのエコー信号は並行して受信処理され、エコーデータとしてホスト計算機に各別に送られる。

#### 【0082】

ホスト計算機又はシーケンサからの指令により、寝台の天板 1 4 T は Z 軸方向に沿って移動する。コイル群 1 ～ 3 の各々は、各回の撮像毎に、静磁場均一領域（診断領域）に対して位置決めされるが、本実施形態では、通常のコイル群の感度領域  $R_{sens}$  の中心位置を静磁場均一領域（図示せず）の中心に位置決めすることはない。代わりに、隣接する 2 つのコイル群の感度領域  $R_{sens}$  同士がオーバーラップする領域  $R_{overlap}$  を、静磁場均一領域に設定して撮像を行う。

#### 【0083】

各回の撮像は、1 枚の画像再構成に必要なエンコード数の半分とし、1 回の撮像毎に 1 コイル群で可能な 1 撮像領域分の距離だけ寝台を移動させる。これを順次繰り返して、全撮像領域の撮像が行われる。

## 【 0 0 8 4 】

具体的な撮像は、従来周知の、マルチRFコイルを用いた高速撮像法（例えば、「10th, Ann. Scientific Meeting SMRM, 1240, 1991」など）に記載の手法に基づいて実行される。すなわち、1枚の画像再構成に必要なエンコード数を減らしてスキャンされるので、折返しが生じる。この折返しは、コイル群それぞれのコイル感度分布が異なることを利用して、演算により分解し、折返しを除去した画像が得られる。

## 【 0 0 8 5 】

したがって、本実施形態によれば、かかる高速撮像法をムービング・ベッド法で実施することができる。とくに、マルチRFコイルを用いているが、複数組のコイル素子（セット）の移動（天板移動）及び位置決め、並びに、コイル素子も切り替えも自動的になされ、高速撮像法のメリットを十分に活かすことができる。操作者の操作上の負担も少ない。

## 【 0 0 8 6 】

また、このように、マルチRFコイルを用いた高速撮像をムービング・ベッド法で実施する場合でも、コイル素子数に比例してエンコード数を減らすことができるため、撮像時間を短縮させることができ、撮像の高速性を維持できる。

## 【 0 0 8 7 】

## （第5の実施形態）

図8を参照して、本発明の第5の実施形態を説明する。この実施形態は、マルチRFコイルの設置例に関する。

## 【 0 0 8 8 】

図8（a）、（b）に示す如く、本実施形態のマルチRFコイル7Rは、寝台の天板14T、又は、被検体Pの体表から極力離して設置される。具体的には、マルチRFコイル7Rは3個のコイル群1～3から成る。各コイル群1（～3）は、天板上側に位置し且つ共通のコイル支持部材30Uに支持された2個のコイル素子 $7U_1$ 、 $7U_2$ から成る上側コイル群1と、天板下側に位置し且つ共通のコイル支持部材30Lに支持された2個のコイル素子 $7L_1$ 、 $7L_2$ から成る下側

コイル群1とから成る。

#### 【0089】

これにより、前述した図7に示すマルチRFコイルに比べて、各コイル群の感度領域 $R_{sens}$ が広くなることから、隣接するコイル群の感度領域が重なる領域 $R_{overlap}$ も広くなるので、同じ撮像領域の場合、使用するコイル群数を減らすことができる。

#### 【0090】

##### (第6の実施形態)

図9を参照して、本発明の第6の実施形態を説明する。この実施形態は、マルチRFコイルとして全身(WB)用コイルを用いた例に関する。

#### 【0091】

図9に示す如く、この全身用コイル7は、例えば短軸の3個の全身用コイル7a, 7b, 7cを並べて構成したアレイタイプのマルチコイルになっている。並べるコイルの個数は3個以外の複数個であればよい。

#### 【0092】

全身用コイル7a, 7b, 7cはそれぞれ、受信器8Rのデュプレクサ31を介してプリアンプ32a, 32b, 32cにそれぞれ至る。さらに、このプリアンプ32a, 32b, 32cから受信系回路33a, 33b, 33cを介してホスト計算機6に至る。これにより、全身用コイル7a, 7b, 7cからのエコー信号が互いに独立して受信処理される。また、送信器8Tはデュプレクサ31を介して全身用コイル7a, 7b, 7cに接続され、送信可能になっている。

#### 【0093】

なお、このマルチ全身用コイルを用いる例として、図10(a), (b)の構成も採用し得る。即ち、4チャンネルの全身用コイル34a, 34b, 34c, 34dを周囲方向に配置してマルチコイル化したものである。この場合、感度分布が対称であると、再構成できなくなる場合があるため、左右、上下でコイルを非対称に配置する。

【 0 0 9 4 】

(第 7 の実施形態)

図 1 1 を参照して、本発明の第 7 の実施形態を説明する。この実施形態は、1 つの全身用コイルを用いてムービング・ベッド法により高速撮像可能なシステムの例に関する。

【 0 0 9 5 】

前述した文献に記載した高速撮像法によれば、その基本原理として、エンコード数を  $N/1$  に減らすには  $N$  個のコイル (コイル素子) が必要である。このため、従来のように全身用コイルを 1 つ搭載する MRI システムでは、この高速撮像法を実施できないという問題あった。

【 0 0 9 6 】

そこで、本実施形態はこの問題を解決する。つまり、全身用コイルが 1 つであっても、寝台を移動させることにより全身用コイルの感度分布が相対的に変化する。これは、被検体の同一領域を異なる感度分布のコイルで撮像したことと等価となる。本実施形態では、これに着目してムービング・ベッド法の基に、エンコード数を減らすことを原理とする高速撮像を行なうものである。

【 0 0 9 7 】

最も簡素な例によれば、最初に、ある寝台位置にて 1 枚の画像再構成に必要なエンコード数を半分にし、撮像を行なう。これにより、最初の寝台位置における所定撮像領域の 1 枚の画像が得られる。次に、寝台天板を所定量 (例えば、全身用コイルの Z 軸方向長さの半分に相当する距離分) だけ移動させ、同様にエンコード数を半分にして上述と同一撮像領域に対して、もう 1 枚の画像を撮像する。つまり、寝台天板を所定量、移動させることにより、被検体の所定撮像領域から見た場合、全身用コイルが 1 つであっても、見掛け上、2 つに見え、全身用コイルを 2 つ備えた状態と等価になる (図 1 1 参照)。

【 0 0 9 8 】

この 2 回の撮像で得られた各々の画像には折返し現象を生じているが、異なる感度分布の全身用コイルで撮像された 2 つの画像と等価であるため、前述した文献記載の手法により、演算により折返しを除去した元の 1 枚の画像が再構成され

る。

#### 【0099】

本実施形態の撮像法は、とくに超短軸のMRI装置に好適である。この装置では、全身用コイルは1台で、Z軸方向の軸長が短いため、通常のZ軸方向撮像領域の画像を得るには数回の撮像が必要である。これに本実施形態の撮像法を適用した場合、例えば、Z軸方向を読出し方向に設定し、超短軸MRIで撮像可能なZ軸方向FOVを2倍（例えば、通常のMRIにおける1つの撮像領域と同一とする）にし、エンコード数を半分にし、各回の撮像毎に通常MRIの1つの撮像領域分、寝台を移動させて2回撮像する。これにより、超短軸システムで問題となる、サジタルや coronal の撮像が通常MRIと同一時間でなされる。

#### 【0100】

なお、上述した全身用コイルを1台用いたときの寝台移動及び画像処理に関する手法は、前述した図9に示すマルチ全身用コイルの構成に適用してもよい。また、かかる手法を前述した図8記載の位置固定されたマルチRFコイルの構成に適用してもよい。

#### 【0101】

本発明は、代表的に例示した上述の実施形態及び変形形態に限定されるものではなく、当業者であれば、特許請求の範囲の記載内容に基づき、その要旨を逸脱しない範囲内で種々の態様に変形、変更することができ、それらも本発明の権利範囲に属するものである。

#### 【0102】

##### 【発明の効果】

以上説明したように、本発明のMRI装置及びMRイメージングによれば、受信用RFコイルとしてマルチRFコイルを用い、ムービング・ベッド法（寝台移動法）に基づき撮像を行う場合、寝台移動に伴うコイル切替の操作を無くして、操作上の省力化、撮像の迅速化、及び寝台移動の正確さの向上を図ることができる。

#### 【0103】

また、本発明は、受信用RFコイルとしてマルチRFコイルを用い、ムービン

グ・ベッド法に基づき撮像を行う場合、時間分解能を向上させた高速撮像を容易に実施して、描出能を向上させたMR画像を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の第 1 の実施形態に係る、マルチRFコイルを用いてムービング・ベッド法に拠り撮像を行なうMRI装置の概略構成を示すブロック図。

【図 2】

本発明の第 2 の実施形態に係る、マルチRFコイルを用いてムービング・ベッド法に拠り撮像を行なうMRI装置の概略構成を示すブロック図。

【図 3】

本発明の第 3 の実施形態に係る、マルチRFコイルを用いてムービング・ベッド法に拠り撮像を行なうMRI装置の部分的な概略構成を示すブロック図。

【図 4】

ID発生器のスイッチ位置とコイル情報の対応関係を説明する図。

【図 5】

ID発生器からの情報に基づく天板移動制御の概要を説明するフローチャート。

【図 6】

変形形態に係る、コイル素子の位置認識のためのマーカを説明する図。

【図 7】

本発明の第 4 の実施形態に係る、マルチRFコイルを用いてムービング・ベッド法に拠り高速撮像を実施するMRI装置の部分的な概略構成図。

【図 8】

本発明の第 5 の実施形態に係る、マルチRFコイルを用いてムービング・ベッド法に拠り高速撮像を実施するMRI装置の部分的な概略構成図。

【図 9】

本発明の第 6 の実施形態に係る、マルチ全身用コイルを用いてムービング・ベッド法により高速撮像をするMRI装置の概略構成図。

【図 1 0】

変形形態に係る、マルチ全身用コイルの構成を説明する図。

【図 1 1】

本発明の第 7 の実施形態に係る、1 つの全身用コイルを用いてムービング・ベッド法により高速撮像をするときのコイル位置と撮像領域との説明図。

【図 1 2】

従来例に係る、全身用コイルを用いてムービング・ベッド法に拠る撮像を行なう MRI 装置の概略構成図。

【図 1 3】

従来例に係る、マルチ RF コイルを用いてムービング・ベッド法に拠る撮像を行なう MRI 装置の概略構成図。

【符号の説明】

- 1 磁石
- 2 静磁場電源
- 4 傾斜磁場アンプ
- 5 シーケンサ
- 6 ホスト計算機
- 7 R マルチ RF コイル
- 7 T 全身用コイル
- 7 A ~ 7 C ID 発生器
- 8 R 受信器
- 8 T 送信器
- 1 1 記憶装置
- 1 2 表示装置
- 1 3 入力器
- 1 4 T 寝台の天板
- 1 4 D 寝台駆動装置
- 3 3 a ~ 3 3 b 受信系回路
- 3 4 a ~ 3 4 d コイル素子
- 8 5 A ~ 8 5 C、8 5 コネクタボックス

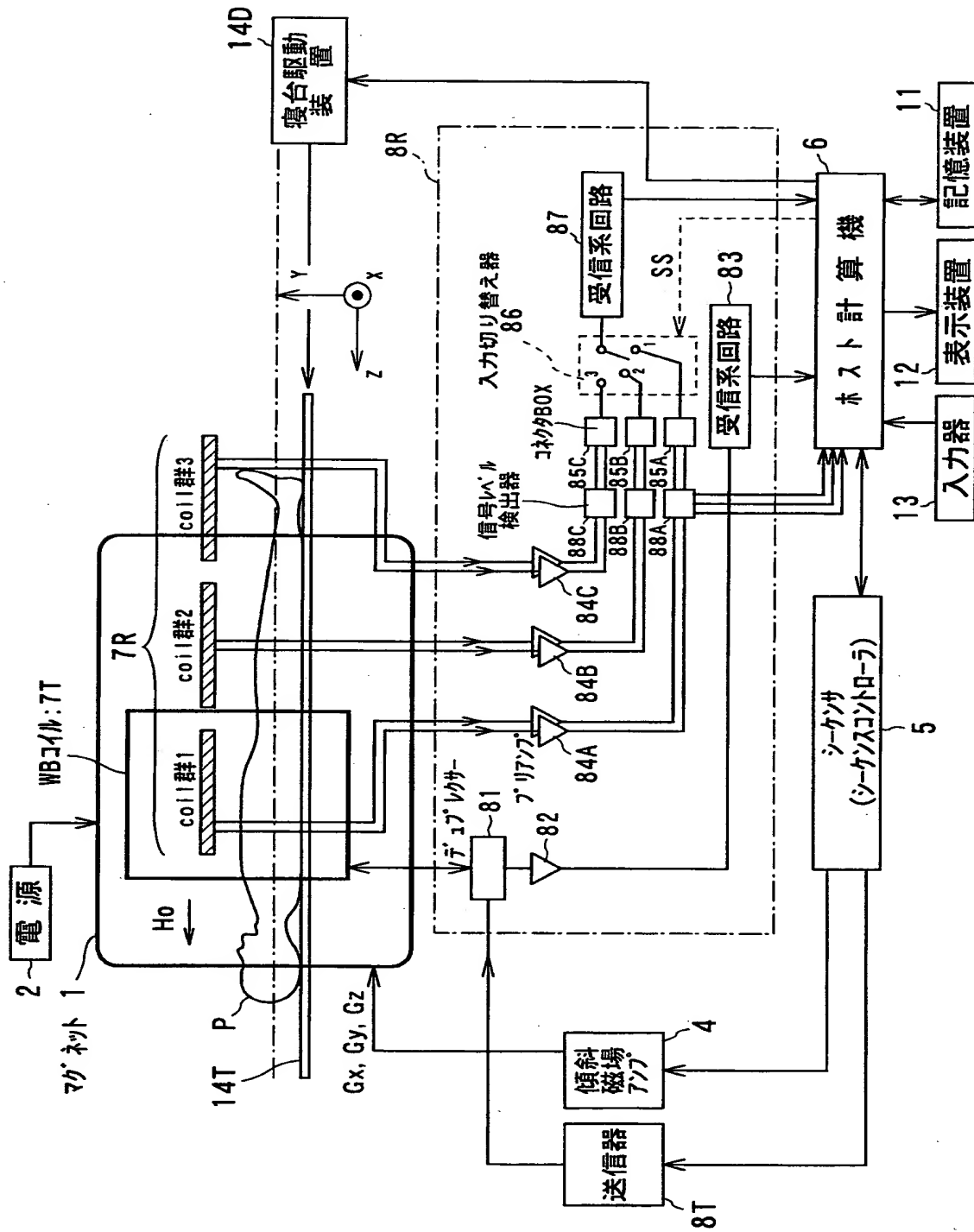
8 6 入力切替器

8 7 受信系回路

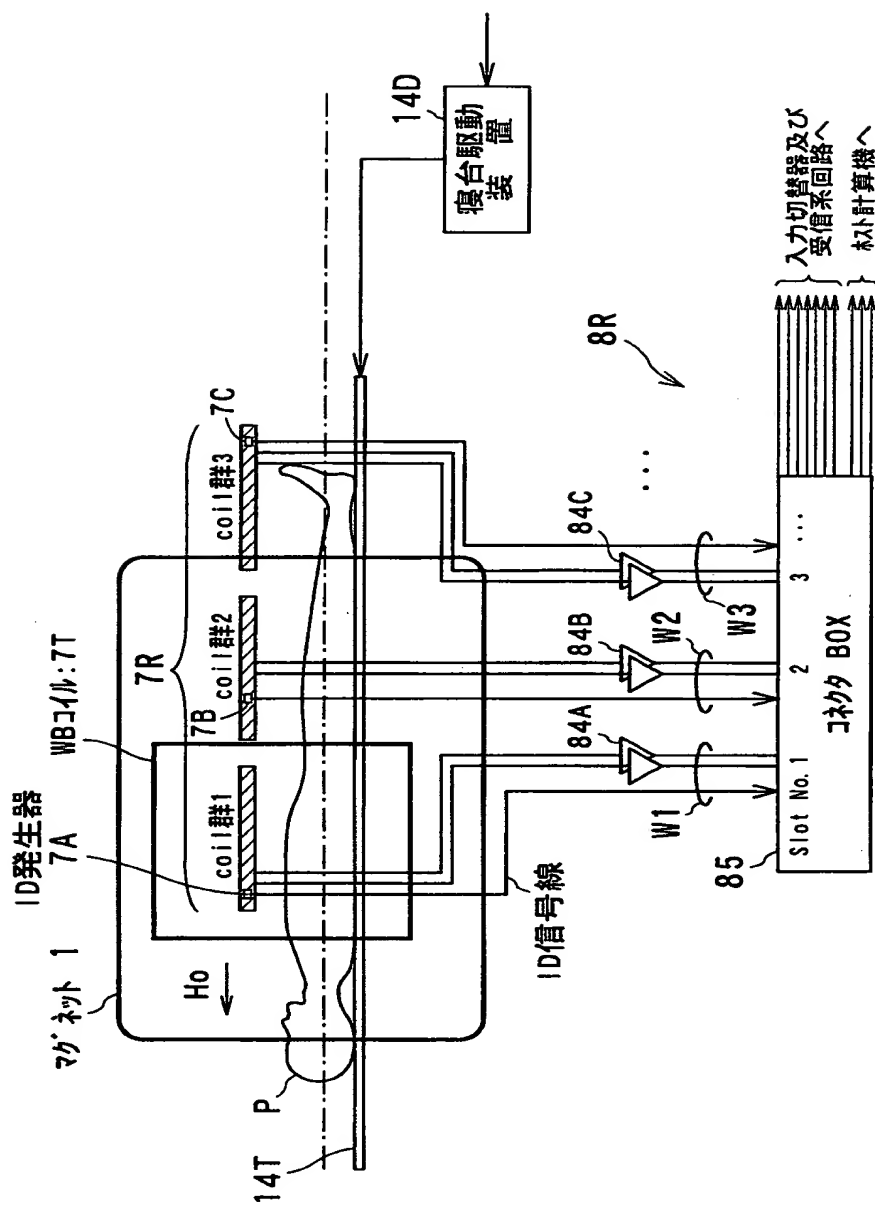
8 8 A ~ 8 8 C 信号レベル検出器



【图 2】



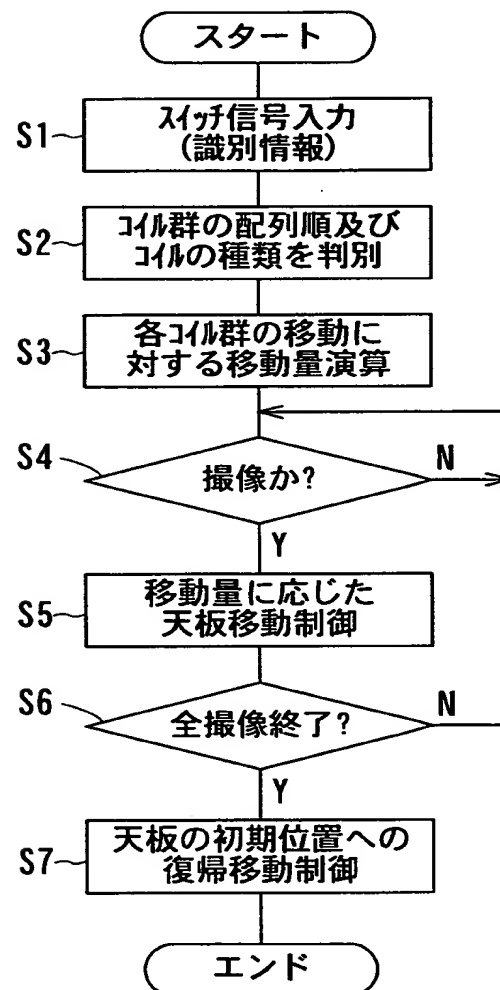
【図3】



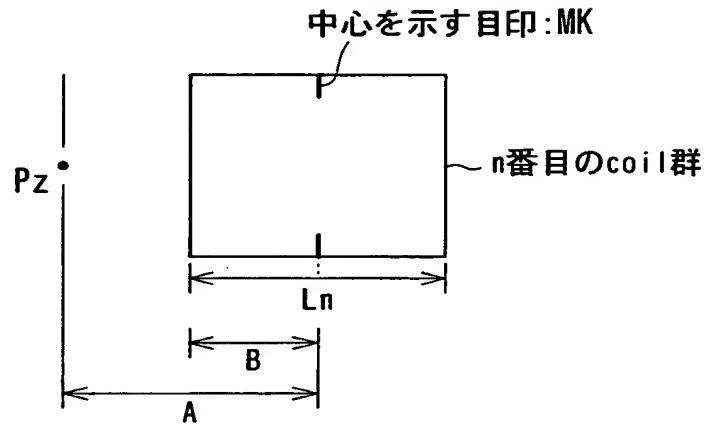
【図 4】

スイッチ位置	コイル群の種類	コイル群のサイズ
0	×××	××
1	×××	××
2	×××	××
3	×××	××

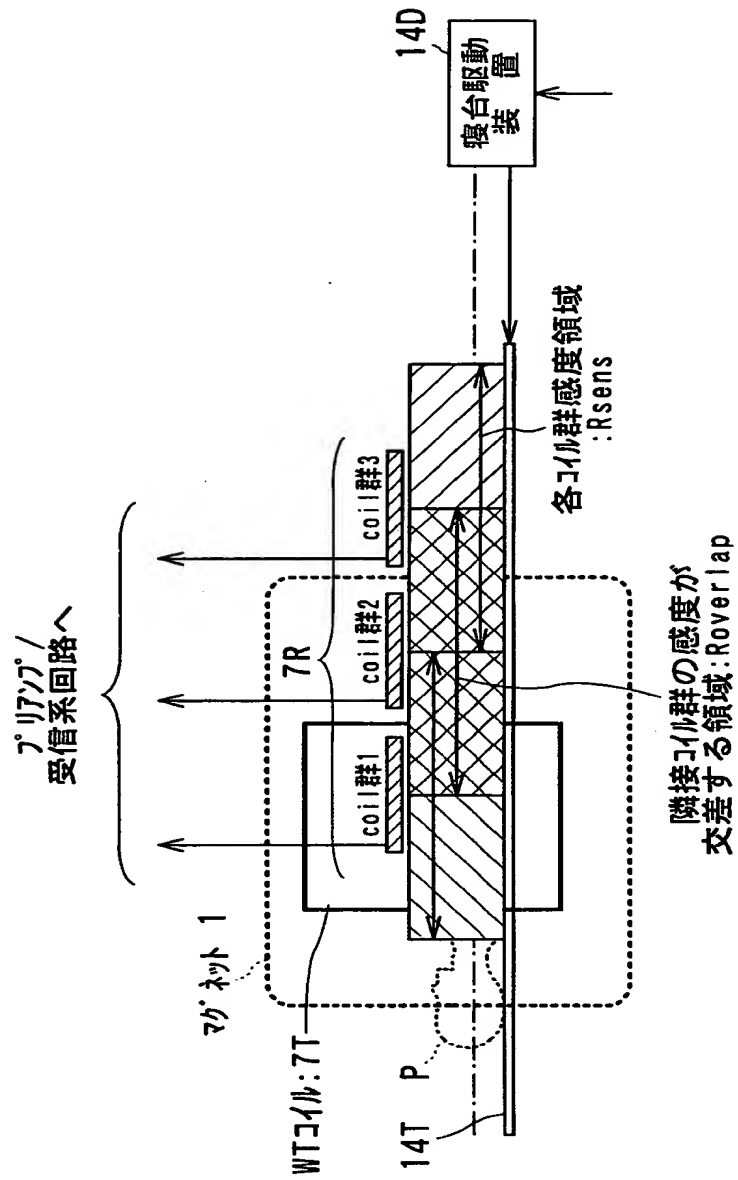
【図 5】



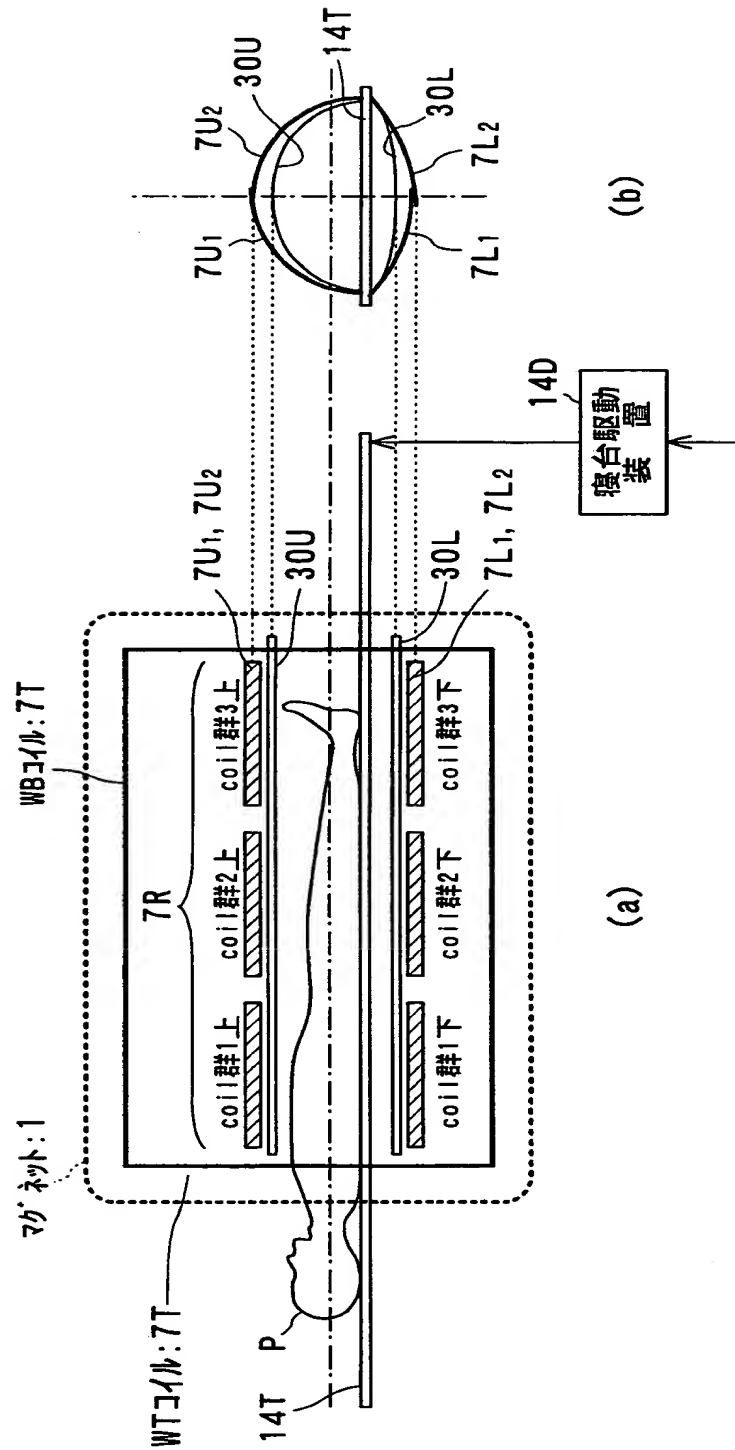
【図 6】



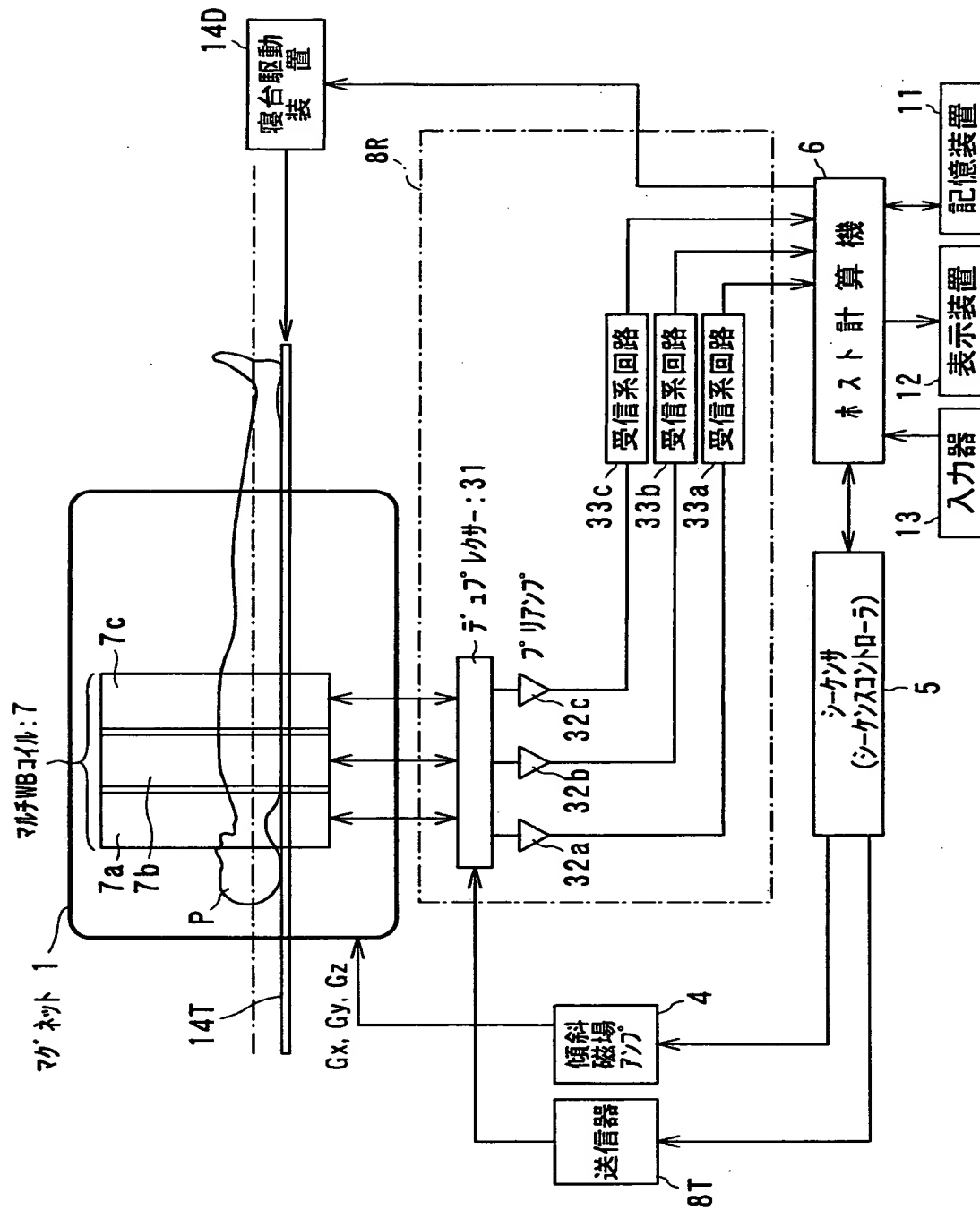
【図 7】



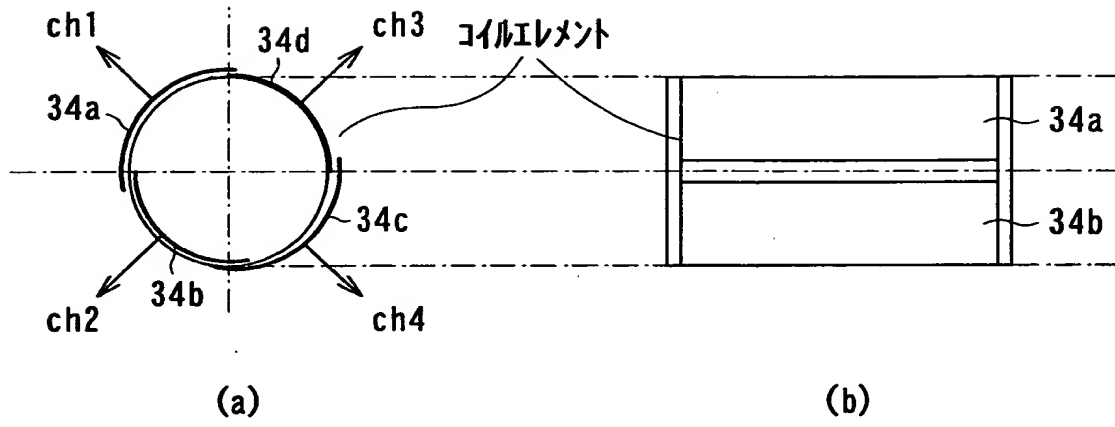
【図8】



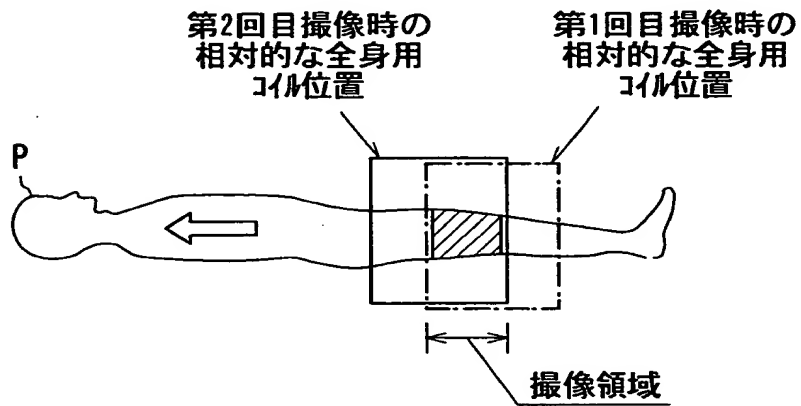
【図9】



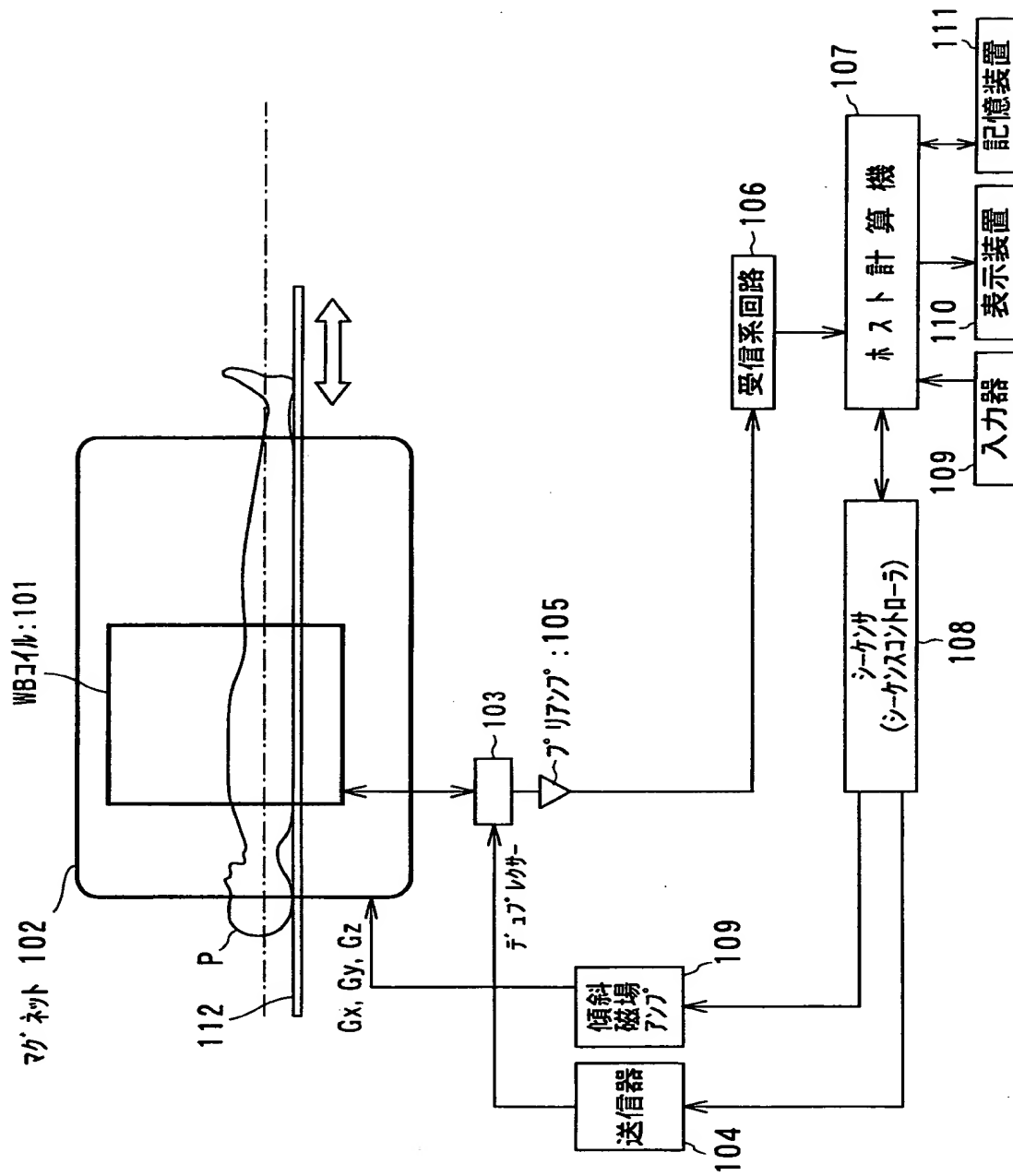
【図 1 0】



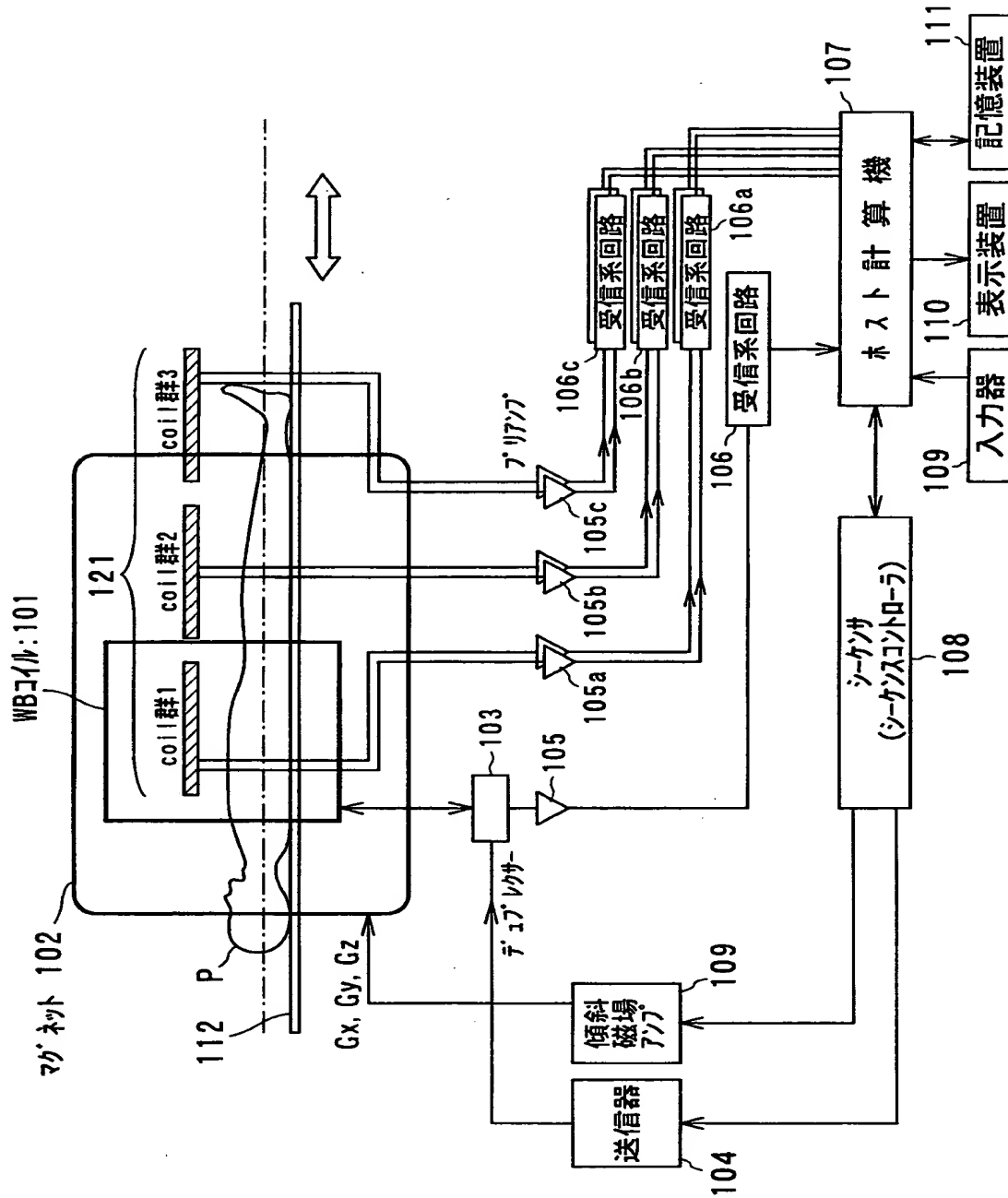
【図 1 1】



【图 1 2】



【図13】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 受信用 R F コイルとしてマルチ R F コイルを用い、ムービング・ベッド法（寝台移動法）に基づき撮像を行うときに、操作上の省力化、撮像の迅速化、及び寝台移動の正確さ向上を図る。

【解決手段】 被検体 P を載せた寝台 1 4 T を移動させる寝台移動手段（1 4 D）と、コイル群 1 ～ 3 から成るマルチ R F コイル 7 R と、スキャン手段（4 ～ 6、8 T， 7 T）及び寝台移動手段（1 4 D）の動作を制御して被検体 P の撮像領域を寝台の異なる複数の位置でスキャンさせるスキャン制御手段（6）とを備える。さらに、マルチ R F コイル 7 R のコイル群 1 ～ 3 により受信された複数の M R 信号の内、画像生成に用いる M R 信号を選択する選択手段（8 5 A ～ 8 5 C、8 6， 6）と、選択された M R 信号から M R 画像を生成する画像化手段（8 7， 6）とを備える。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000003078]

1. 変更年月日 1990年 8月22日  
[変更理由] 新規登録  
住 所 神奈川県川崎市幸区堀川町72番地  
氏 名 株式会社東芝